

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-136982

(P2000-136982A)

(43)公開日 平成12年5月16日(2000.5.16)

(51)IntCl<sup>7</sup>

G 0 1 M 11/00

識別記号

F I

G 0 1 M 11/00

テマート(参考)

G 2 G 0 8 6

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-310920

(22)出願日 平成10年10月30日(1998.10.30)

(71)出願人 000113263

ホーヤ株式会社

東京都新宿区中落合2丁目7番5号

(72)発明者 山浦 均

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホー

ヤ株式会社内

(74)代理人 100091362

弁理士 阿仁屋 節雄 (外2名)

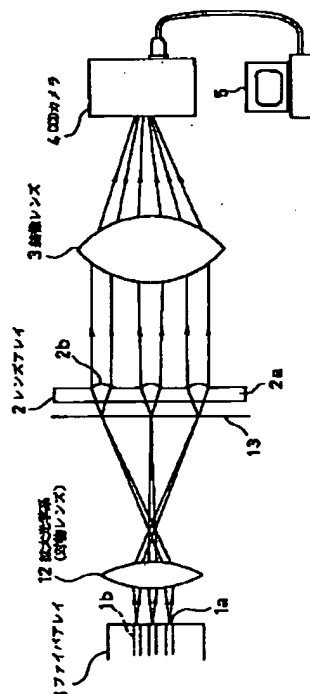
Fターム(参考) 2G086 AA04

(54)【発明の名称】 アレイ素子検査方法およびアレイ素子検査装置

(57)【要約】

【課題】 アレイ素子の相対位置を、高分解能で広範囲、かつ比較的安価に検査できるようにする。

【解決手段】 ファイバアレイ1の各ファイバ1bからの光を、対物レンズからなる拡大光学系12に入射して拡大し、レンズアレイ2のファイバ側焦点位置13に結像する。焦点位置13に結像した拡大画像を、各ファイバ1bの拡大像に対応する、光軸が互いにほぼ平行に配置された複数の屈折型レンズを一体型にしたレンズアレイ2に入射して、これよりほぼ平行光として取り出す。撮影範囲が限られても支障がないように、レンズアレイ2のそれぞれからの平行光を結像レンズ3でほぼ同一点に結像する。結像されたファイバ1bの像をCCDカメラ4で撮影し、コンピュータ5によって撮影信号からそれぞれの素子の相対位置を求める。前記同一点からのずれ量からファイバアレイ1の良否を判定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】アレイ状に配置された複数の素子の位置を光学的な検出器を用いて検出する方法であって、前記複数の素子からの光線を拡大光学系により拡大し、前記拡大された光線を、各素子に対応する光軸が互いにほぼ平行に配置された複数のレンズを有するレンズアレイにより取り出し、該レンズアレイの各レンズからの光を結像レンズで前記検出器の受光領域内に結像もしくはほぼ結像し、結像された素子の像を検出し、検出信号よりそれぞれの素子の位置を求めるようにしたことを特徴とするアレイ素子検査方法。

【請求項2】アレイ状に配置された複数の素子の位置を光学的な検出器を用いて検出する方法であって、前記複数の素子からの光線を拡大光学系により拡大し、前記拡大された光線を、各素子に対応する光軸が互いにほぼ平行に配置された複数のピンホールを有するピンホールアレイにより取り出し、該ピンホールアレイの各ピンホールからの光を結像レンズで前記検出器の受光領域内に結像もしくはほぼ結像し、結像された素子の像を検出し、検出信号よりそれぞれの素子の位置を求めるようにしたことを特徴とするアレイ素子検査方法。

【請求項3】前記複数の素子から前記検出器に至る光路の途中に、前記複数の素子からの光線を選択的に通す開口を設け、前記開口をスキャンすることで前記検出器の受光領域内に各素子毎の光を順次結像もしくはほぼ結像させるようにした請求項1または2に記載のアレイ素子検査方法。

【請求項4】アレイ状に配置された複数の素子の位置を検出するアレイ素子検査装置において、前記複数の素子からの光線を拡大する拡大光学系と、前記拡大光学系により拡大された光線を取り出す、各素子に対応する光軸が互いにほぼ平行に配置された複数のレンズを有するレンズアレイと、該レンズアレイの各レンズからの光を前記検出器の受光領域内に結像するための少なくとも一つの結像レンズと、結像された素子の像を検出し、検出信号よりそれぞれの素子の位置を求めるための演算回路とを備え、前記拡大光学系、前記レンズアレイ、前記結像レンズ、前記検出器が、前記拡大光学系からの光線を前記検出器に受光領域内に結像もしくはほぼ結像するように配置されていることを特徴とするアレイ素子検査装置。

【請求項5】アレイ状に配置された複数の素子の位置を検出するアレイ素子検査装置において、前記複数の素子からの光線を拡大する拡大光学系と、前記拡大光学系により拡大された光線を取り出す、各素子に対応する光軸が互いにほぼ平行に配置された複数の

ピンホールを有するピンホールアレイと、該ピンホールアレイの各ピンホールからの光を前記検出器の受光領域内に結像するための少なくとも一つの結像レンズと、結像された素子の像を検出し、検出信号よりそれぞれの素子の位置を求めるための演算回路とを備え、前記拡大光学系、前記ピンホールアレイ、前記結像レンズ、前記検出器が、前記拡大光学系からの光線を前記検出器に受光領域内に結像もしくはほぼ結像するように配置されていることを特徴とするアレイ素子検査装置。

【請求項6】前記複数の素子から前記検出器に至る光路の途中に設けられ、前記複数の素子からの光線を選択的に通す開口を有する遮光板と、前記遮光板をスキャンさせる駆動手段と、前記遮光板のスキャンにより前記開口を通して前記検出器に順次結像された素子毎の像を検出し、検出信号によりそれぞれの素子の位置を求めるための演算回路とを備えた請求項4または5に記載のアレイ素子検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 20 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の素子があらかじめ決められた配置に並べられたアレイ素子の検査方法およびアレイ素子の検査装置に係り、特にファイバアレイブロックにおけるファイバの位置検査に好適なものに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のアレイ素子の検査方法としては、例えばCCDカメラなどによりアレイ素子全体を撮影し、この撮影信号を画像処理することによりそれぞれの素子の位置を求めていた。あるいは、移動ステージでそれぞれの素子を検出し、ステージの移動量より素子の相対位置を求めていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の検査方法は上述のように構成されていたが、近年素子の微細化が進み素子の位置精度も1 $\mu$ m以下が要求されるようになりつつある。

【0004】この点でCCDカメラによる画像処理では、複数の素子全体をそのまま撮影するために、高分解能を得るためには撮影範囲が制限されてしまい、例えば0.1 $\mu$ mの分解能を得るためには数十 $\mu$ mの範囲に限られてしまう。

【0005】一方、移動ステージを用いる場合には測定範囲を拡大することは可能であるが、高い精度でステージを移動しなければならないため検査装置としては非常に高価となってしまう。

【0006】本発明の目的は、このような従来技術の問題点を解消して、アレイ素子の位置を高分解能で広範囲かつ比較的安価に検査可能なアレイ素子検査方法及びアレイ素子検査装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】第1発明のアレイ素子検査方法は、アレイ状に配置された複数の素子の位置を光学的な検出器を用いて検出する方法であって、前記複数の素子からの光線を拡大光学系により拡大し、前記拡大された光線を各素子に対応する光軸が、互いにほぼ平行に配置された複数のレンズを有するレンズアレイにより取り出し、前記レンズアレイの各レンズからの光を結像レンズで前記検出器の受光領域内に結像もしくはほぼ結像し、結像された素子の像を検出し、検出信号よりそれぞれの素子の位置を求めるようにしたことを特徴とするアレイ素子検査方法である。

【0008】複数の素子の拡大された光を検出手段の受光領域内に結像するようにしたので、複数の素子全体をそのまま撮影する方法に比べて、高分解能で広範囲に検査でき、比較的安価に測定できる。また、複数の素子にピッチ誤差等がないなど、測定系に誤差がなければ、複数の素子の像は検出手段の受光領域内の所定位置（同一点など）に結像されるが、ピッチ誤差等がある場合には、前記所定位置からずれ、しかも拡大されて結像され、そのずれ量からアレイ素子の良否を容易に判定できる。

【0009】特にレンズアレイの前面側に配置された拡大光学系（例えば対物レンズ）により拡大された像をレンズアレイで観察するため、レンズアレイを対物レンズとして用いる場合よりもNAが大きくなり、高密度に配された微小素子でも高い分解能で検査することができる。また長い作動距離で検査することも可能となる。また、レンズアレイを対物レンズとして用いる場合には、レンズアレイはアレイ素子を構成する素子に対応したものを用意する必要があったが、本発明ではレンズアレイに入射する光線は拡大光学系により拡大されているので、レンズアレイの精度も対物レンズ用の物ほど高精度にする必要がない。また、解像度が高いために像のぼけかたがより鮮明に検知されるので、ピントの調整も可能となる。

【0010】なお、第1発明の方法において、拡大された光線を複数のレンズを有するレンズアレイにより取り出す代わりに、複数のピンホールを有するピンホールアレイから取り出すようにしてもよい。また、前記複数の素子から前記検出器に至る光路の途中に、前記複数の素子からの光線を選択的に通す開口を設け、この開口をスキャンすることで前記検出器の受光領域内に各素子毎の光を順次結像もしくはほぼ結像させるようにしてもよい。

【0011】第2発明のアレイ素子検査装置は、アレイ状に配置された複数の素子の位置を検出するアレイ素子検査装置において、前記複数の素子からの光線を拡大する拡大光学系と、前記拡大光学系により拡大された光線を取り出す、各素子に対応する光軸が互いにほぼ平行に

配置された複数のレンズを有するレンズアレイと、前記レンズアレイの各レンズからの光を前記検出器の受光領域内に結像するための少なくとも一つの結像レンズと、結像された素子の像を検出し、検出信号よりそれぞれの素子の位置を求めるための演算回路とを備え、前記レンズアレイ、前記結像レンズ、前記検出器が、前記レンズアレイからの光線を前記検出器に受光領域内に結像もしくはほぼ結像するように配置されていることを特徴とするアレイ素子検査装置である。

【0012】レンズアレイの前面側に拡大光学系、例えば対物レンズを備えるだけの簡単な構造で、第1発明の方法を実施できる。また、結像レンズにより空間周波数が結像点の位置に変換されるため、結像面近傍に位置の検出手段を一つ設ければよい。したがって構造の簡素化がはかれる。

【0013】素子の像は、例えばCCDカメラで撮影したり、分割型フォトダイオードで検出することが好ましい。複数の素子の光を検出手段の受光領域内に結像するようにしたので、レンズアレイ、結像レンズ、検出手段、演算回路とから構成される可動部のない測定系とすることが可能であり、高精度に位置の検出が行える。

【0014】なお、第2の発明において、複数のレンズを有するレンズアレイに代えて、複数のピンホールを有するピンホールアレイを備えるようにしてもよい。

【0015】また、前記複数の素子から前記検出器に至る光路の途中に設けられ、前記複数の素子からの光線を選択的に通す開口を有する遮光板と、前記遮光板をスキャンさせる駆動手段と、前記遮光板のスキャンにより前記開口を通して前記検出器に順次結像された素子毎の像を検出し、検出信号によりそれぞれの素子の位置を求めるための演算回路とを備えるようにしてもよい。一度に1つの素子からの光が入射するようにし、この開口をスキャンすることで、順次、各素子の位置の検出をし、これを演算回路で画像処理することで、アレイ状に配置された各素子の良否を判定する。

## 【0016】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態について説明する。

【0017】図1は本発明のアレイ素子検査装置の構成概略図であり、拡大光学系12、レンズアレイ2、結像レンズ3、CCDカメラ4、表示装置を備えた演算回路としてのコンピュータ5から構成される。前記CCDカメラ4とコンピュータ5とで本発明の検出器が構成されている。前記レンズアレイ、前記結像レンズ3、前記CCDカメラ4が、前記レンズアレイ2からの光線を前記CCDカメラ4の受光領域内に結像もしくはほぼ結像するように配置されている。

【0018】検査対象としてのアレイ状に配置された複数の素子は250 $\mu$ mピッチで一列に並べられた直径125 $\mu$ mのファイバアレイ1である。図7にこのファイ

バレイ1を構成するファイバレイブロック15の外観を示す。

【0019】ファイバレイ1からの光線を拡大するために拡大光学系12としての対物レンズを使用した。ファイバレイ1の後に配置するレンズレイ2に要求される精度や作動距離上の制約などを解除し、高い分解能を得るためである。拡大光学系(対物レンズ)12は倍率20倍、NA0.4、作動距離11mmである。ファイバ端面1aは拡大光学系12の焦点面に設定した。また拡大光学系12の結像点はレンズレイ2のファイバ側焦点位置13に設定した。したがってレンズレイ2の手前にファイバ端面1aの拡大像が得られ、この拡大像をレンズレイ2で平行光として取り出すことになる。

【0020】拡大光学系12により拡大された光線を平行に取り出すレンズには、各ファイバ1bの拡大像に対応する、光軸が互いにほぼ平行に配置された複数の屈折型レンズを一体型にしたレンズレイ2を使用した。レンズレイ2を構成するレンズ2bのピッチをファイバレイ1のファイバ1bの拡大像と同程度に確保するためである。ファイバレイ1の各ファイバ1bの像が拡大されているため、レンズレイ2を構成するレンズ2bのピッチ精度レベルは、ファイバ1bと同程度に精度良く確保する必要がなくなる。レンズレイ2はリソグラフィの技術を用い石英基板をエッチングすることにより作製し、ピッチ5mm、直径4.990mm、焦点距離10mmである。なお、ピッチ精度はそれほど要求されないので、研削やプレスによって作製してもよい。

【0021】結像レンズ3には焦点距離40mm、直径55mmのアクロマチックレンズを用い、その像側焦点位置に像検出手段であるCCDカメラ4を設置した。ファイバ端面像は、それぞれに対応するレンズレイ2と結像レンズ3とによりCCDカメラ4の受光領域内、より具体的には撮影面上のほぼ同一点に結像される。レンズレイ2と結像レンズ3との倍率はレンズレイ2と結像レンズ3の焦点距離の比で決まり、本実施の形態では20倍である。したがって、拡大光学系12を含めた光学倍率は100倍であり、 $\lambda=500\text{nm}$ での分解能は約 $1.4\mu\text{m}$ である。

【0022】ファイバ端面像はそれぞれに対応するレンズ2bと結像レンズ3によりCCDカメラ4の撮像面上のほぼ中心位置に結像される。CCDカメラ4の画素サイズは $11\times 13\mu\text{m}$ 、1画素当たりの分解能は0.11及び0.13 $\mu\text{m}$ である。CCDカメラ4の画像を、演算回路としてのコンピュータ5により検出し、検出信号により画像処理を行い、位置の検出を行っている。解像度が高いためにファイバのコアの像を明瞭に映し出すことが出来る。このためコンピュータ5で数値処理により1画素の $1/20$ まで内挿でき、ピッチの分解能はおよそ $0.006\mu\text{m}$ である。画像処理により結像位置を

1画素単位で求め、画素単位を画素サイズをもとに長さ単位に換算し、長さ単位で求められた結像位置の相対的な位置を求める。

【0023】ファイバレイ1のファイバ1bが正確に $250\mu\text{m}$ ピッチで並べられていれば、ファイバ端面1aの像は全てほぼ同一点に結像されるが、ファイバ1bにピッチ誤差がある場合には、誤差量の100倍の距離だけずれた位置に結像される。これをコンピュータ5で処理することによりファイバレイ1の良否の判定を行っている。なお、コンピュータ5の表示装置には、演算結果及びファイバ1bの像が表示される。

【0024】上記実施の形態ではレンズレイ2の焦点位置は、レンズレイ2を構成するレンズ基板2aの外にあるような構成を用いたが、焦点が基板表面となるように作製し、拡大光学系12のファイバ側焦点位置13をレンズ基板2aに密着するような構成でも良い。これにより拡大光学系12およびレンズレイ2のセッティング時の位置決め・位置合わせが容易になる。また、各ファイバ1bの拡大光学系12によるファイバ側焦点位置13が、各ファイバ1bの対応するレンズ2bの焦点位置になるように配置されているため、簡単な光学系でCCDカメラ4の同一点に同時に全てのファイバ1bの像を結像させることができる。

【0025】上記実施の形態では同時に全てのファイバ1bの像が結像される場合について述べたが、ファイバ1bからCCDカメラ4に至る光路の途中に、複数のファイバ1bからの光線を選択的に通す開口を設けて、この開口をスキャンすることによりCCDカメラ4の受光領域内に順次結像させるようにしてもよい。例えば図2のように、1個の開口7を設けた遮光板6を、結像レンズ3とCCDカメラ4との間に、光軸と直交する方向に移動自在に設け、この遮光板6の開口7を用いてファイバ1bを一つずつ結像させても良い。これにより各ファイバ1b毎の位置の測定を行うことが可能となる。この場合、遮光板6の開口7の位置を、図3に示すように拡大光学系12の焦点位置付近に配置してもよい。

【0026】なお、前記開口7を複数個設けて複数ファイバ単位で位置測定を行うこともできる。また、遮光板6の光軸と直交する移動方向を、図2、図3において上下方向をY軸方向とし、紙面に垂直な方向をX軸方向として、X軸およびY軸方向にスキャンすれば、面状レイの位置の測定も行うことができ、どのレイが不良かも分かる。さらに各ファイバ1bの像を分離するために、ファイバ1bの出射側ではなく、入射側にスリットを設け、一度に1つのファイバ1bのみに光が入射するようにし、このスリットをスキャンすることで、順次、各ファイバ1bの位置の検出をし、これをコンピュータで画像処理することで、ファイバレイ1の各ファイバ1bの良否を判定することもできる。

【0027】レイ素子(ファイバレイ1)の中から

開口7により選択的に取り出された像を観察する場合、選択的に取り出す光を遮ると回折によって像が不鮮明になってしまう。開口7は光線がなるべくしぼられた位置に置くことが望ましい。したがって、選択のための開口7をレンズアレイ2の前面側に置くよりも（図3の場合）、レンズアレイ2の後側の焦点位置付近に置くことが好ましい（図2の場合）。

【0028】なお、複数のレンズを有するレンズアレイ2に代えて、複数のピンホールを有するピンホールアレイを使用するようにしてもよい。ピンホールアレイを使用することは、ファイバ1bの像を拡大した効果が薄くなり、輝度も落ちることになるけれども、ピンホールの焦点距離やピンホール径を厳密に設計すれば実用上は問題はない。

【0029】また図4のように各ファイバ1b毎に波長の異なる波長フィルタ8をファイバアレイ1と拡大光学系12との間に、この波長フィルタ8を用いることで色により各ファイバ1bを区別することが可能となる（なお、波長フィルタ8をレンズアレイ2の後ろに配置してもよい。）。更に、図5に示すように、レンズアレイ2と結像レンズ3間に波長可変フィルタ9を用いれば、透過波長を制御することによりモノクロCCDカメラでもファイバ1bの識別を行える。波長可変フィルタ9は液晶フィルタで構成することができる。また、上記のようにレンズアレイ2、結像レンズ3間に波長可変フィルタ9を配置する代りに、素子に対して透過もしくは反射する照明手段として波長可変光源（図示省略）を素子の照明に用いても良い。

【0030】上記実施の形態においてはレンズアレイ2のレンズ2bに屈折型レンズを用いた場合について述べたが、より高い集光効率を得るために、図6(a)に示すような回折型のレンズ10を用いても良い。回折型レンズを用いると、屈折型レンズに比べ、より設計の自由度が増す。また、より良好なコントラストで光量変動の少ない結像が得られる軸外し光学系を用いることもできる。図6(b)はバイナリレンズ11を用いた軸外し光学系の例であり、バイナリレンズ11の半径Rを図6

(a)のレンズ10の約2倍にしてレンズ面積を増大するとともに、これを分割して半円形状とし、この半円形状のバイナリレンズ11を、各ファイバに対応する光軸が互いにほぼ平行で、光軸を結ぶ直線上に沿って左右交互にずらして並べたものである。このようにバイナリレンズ11を軸外し光学系の対物レンズとして用いることによりFナンバを大きくすることができ、明るく高分解能な測定を実現できる。なお、軸外し光学系はレンズアレイのうちの全部ではなく、一部とすることもできる。

【0031】検査対象は不透明なものにも適用できるが、検査対象が光を透過する光ファイバの場合には、検査面の反対側より光（単色もしくは白色光）を入射させ、出射光を結像させることにより、コアの位置をより

正確に検出することが可能となる。

【0032】また、レンズアレイの各レンズからの光を検出器の受光領域内に結像するための結像レンズは、このレンズにより空間周波数が結像点の位置に変換されるため、結像面近傍に位置の検出手段を一つ設ければよい。また、解像度が高いために像のぼけかたがより鮮明に検知されるので、ヒントの調整も可能となる。なお、結像レンズを二つ以上にして、検出手段を二以上にすることはもちろん可能である。

#### 10 【0033】

【発明の効果】本発明のアレイ素子検査方法ならびに装置によれば、高分解能で広範囲を比較的安価にアレイ素子の位置を検出できる。レンズアレイの前面側に配置された拡大光学系により拡大された像をレンズアレイで観察するため、高密度で配された微小素子でも高い分解能と長い作動距離で検査することが可能となる。また、レンズアレイの各レンズからの光を検出器の受光領域内に結像するための結像レンズは、少なくとも1つあれば足り、構成の簡素化が図れる。

#### 20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のアレイ素子検査装置の実施形態を示す概略構成図である。

【図2】結像レンズの後に開口を設けた遮光板を移動自在に配置したアレイ素子検査装置の実施の形態を示す概略断面図である。

【図3】レンズアレイの前に開口を設けた遮光板を移動自在に配置したアレイ素子検査装置の実施の形態を示す概略断面図である。

【図4】波長フィルタを拡大光学系の前に配置したアレイ素子検査装置の実施形態を示す概略構成図である。

【図5】波長フィルタを拡大光学系の前に配置し、波長可変フィルタをレンズアレイの後に配置したアレイ素子検査装置の実施形態を示す概略構成図である。

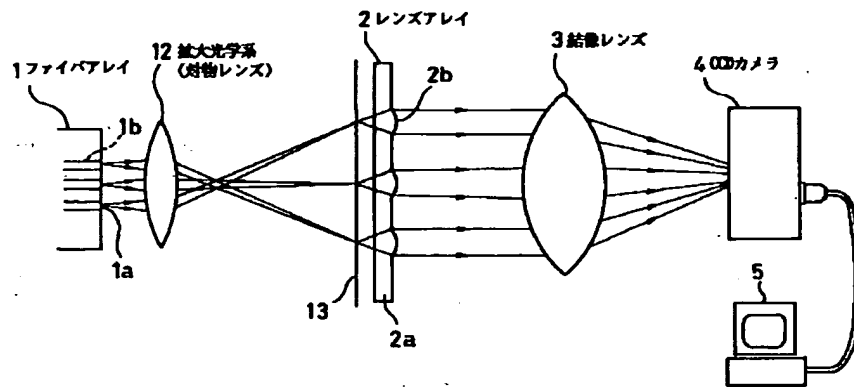
【図6】対物レンズの実施の形態を示す光軸方向から見た正面図であり、(a)は通常配置の光学系、(b)は軸外し光学系を示す。

【図7】検査対象となるアレイ状に配置された複数の素子を有するファイバアレイブロックの実施形態の要部斜視図である。

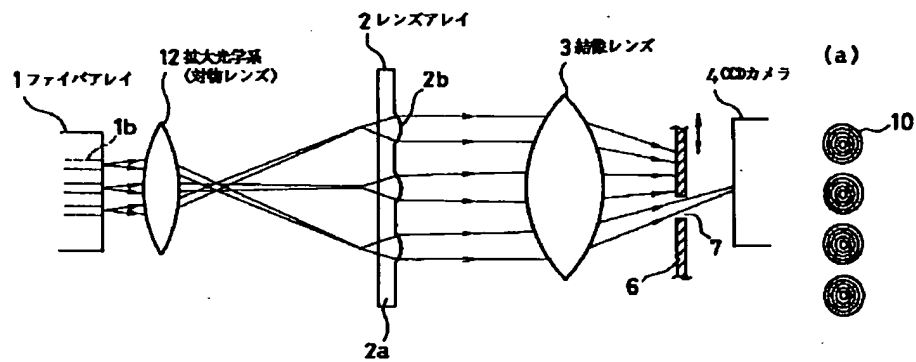
#### 40 【符号の説明】

- 1 ファイバアレイ
- 1a ファイバ端面
- 1b ファイバ
- 2 レンズアレイ
- 2b レンズ
- 3 結像レンズ
- 4 CCDカメラ
- 5 コンピュータ
- 12 拡大光学系

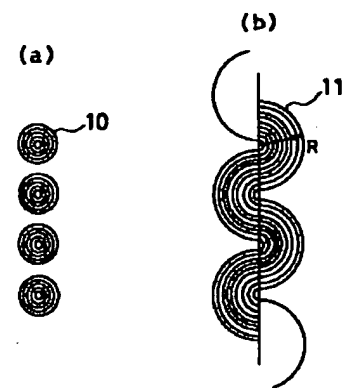
【図1】



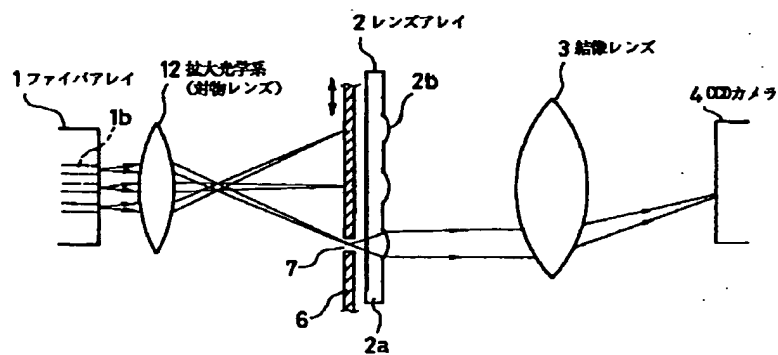
【図2】



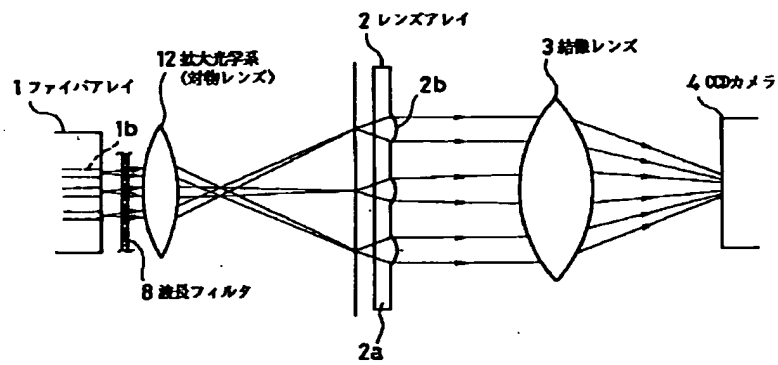
【図6】



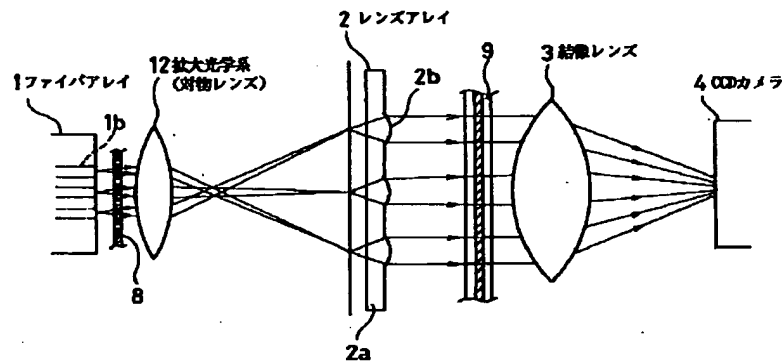
【図3】



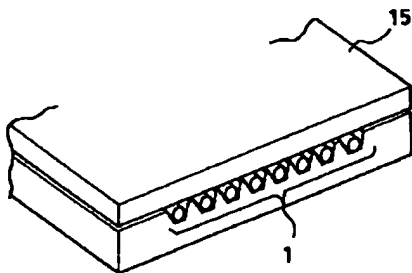
【図4】



【図5】



【図7】



**PAT-NO:** JP02000136982A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 2000136982 A  
**TITLE:** METHOD AND DEVICE FOR INSPECTING ARRAY ELEMENT  
**PUBN-DATE:** May 16, 2000

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
YAMAURA, HITOSHI	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
HOYA CORP	N/A

**APPL-NO:** JP10310920  
**APPL-DATE:** October 30, 1998

**INT-CL (IPC):** G01M011/00

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make broadly, and at the same time, relatively inexpensively inspectable the relative position of an array element with high resolution.

**SOLUTION:** In the method for inspecting an array element, light from each fiber 1b of a fiber array enters an enlargement optical system 12 consisting of an objective lens, and an image is formed at a focus position 13 on the fiber side of a lens array 2. An enlarged image being formed at the focus position 13 enters the lens array 2 that corresponds to the enlarged image of each fiber 1b and forms a plurality of refraction-type lenses where optical axes are arranged in nearly parallel one another in one piece for taking out as nearly parallel light. To prevent hindrance even when a shooting range is limited, the image of the parallel light from each of the lens arrays is formed at the nearly same point by an image-forming lens 3, the formed image of the fiber 1b is picked up by a CCD camera 4, and the relative position of each element is obtained by a computer 4 according to a picked-up signal. It is judged whether the fiber array 1 is conforming or not according to the amount of deviation from the same point.

**COPYRIGHT:** (C)2000,JPO